

BEST AVAILABLE COPY

#2
PCT/KR 02/01073

RO/KR 05.06.2002

REC'D 01 JUL 2002

WIPO

PCT



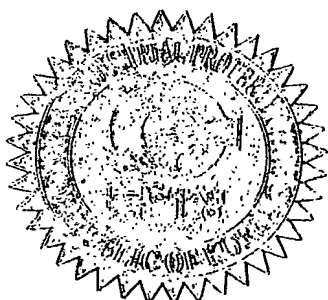
별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

출원 번호 : 특허출원 2002년 제 10984 호
Application Number PATENT-2002-0010984

출원 년 월 일 : 2002년 02월 28일
Date of Application FEB 28, 2002

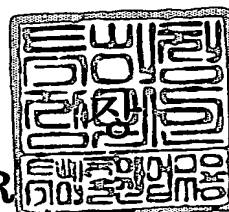
출원인 : 삼성엔지니어링 주식회사
Applicant(s) SAMSUNG ENGINEERING CO., LTD.



2002 년 04 월 24 일

특 허 청

COMMISSIONER



**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0004
【제출일자】	2002.02.28
【국제특허분류】	C02F
【발명의 명칭】	질소 및 인을 제거하기 위한 폐수처리 장치 및 폐수처리방법
【발명의 영문명칭】	Wastewater treatment apparatus and method for removing nitrogen and phosphorus
【출원인】	
【명칭】	삼성엔지니어링 주식회사
【출원인코드】	1-1998-001803-5
【대리인】	
【성명】	이영필
【대리인코드】	9-1998-000334-6
【포괄위임등록번호】	1999-022701-3
【대리인】	
【성명】	이해영
【대리인코드】	9-1999-000227-4
【포괄위임등록번호】	2000-002824-2
【발명자】	
【성명의 국문표기】	박종복
【성명의 영문표기】	BAK, Jong Bok
【주민등록번호】	671010-1449447
【우편번호】	449-840
【주소】	경기도 용인시 수지읍 죽전리 172-1 용인죽전동부아파트 106동 602호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이재진
【성명의 영문표기】	LEE, Jae Jin
【주민등록번호】	701105-1251226

【우편번호】	442-470
【주소】	경기도 수원시 팔달구 영통동 황골마을주공아파트 109동 601호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	정용대
【성명의 영문표기】	JEONG,Yong Dae
【주민등록번호】	620430-1357912
【우편번호】	463-500
【주소】	경기도 성남시 분당구 구미동 무지개마을 4단지 401동 40호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	어경해
【성명의 영문표기】	A0,Kyung Hae
【주민등록번호】	620211-1041513
【우편번호】	449-840
【주소】	경기도 용인시 수지읍 죽전지 벽산아파트 403동 1604호
【국적】	KR
【심사청구】	청구
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의하여 위와 같이 출원합니다. 대리인 (인) 대리인 이해영 (인)
【수수료】	
【기본출원료】	20 면 29,000 원
【가산출원료】	8 면 8,000 원
【우선권주장료】	0 건 0 원
【심사청구료】	7 항 333,000 원
【합계】	370,000 원
【첨부서류】	1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】**【요약】**

본 발명은 질소 및 인을 효율적으로 제거하기 위한 폐수처리 장치 및 폐수처리방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 혐기조, 무산소조, 호기조 및 침전조를 포함하는 질소 및 인을 제거하기 위한 폐수처리장치에 있어서, 호기조의 일부에 배플을 설치하여 용존산소를 감소시킬 수 있는 용존산소 절감 부위를 형성시켜 용존산소 절감부위로부터 반송되는 내부 순환수 내에 함유된 용존산소 농도는 낮추고, 호기조의 용존산소 절감부위 이외의 부위로부터 다음 단계인 침전조로 유출되는 처리수의 용존산소 농도는 풍부하도록 하는 호기조를 포함하는 것을 특징으로 하는 질소 및 인을 제거하기 위한 폐수처리장치에 관한 것이다.

본 발명에 따르면, 하수 및 폐수 내에 존재하는 유기물을 효율적으로 이용하여 질소 및 인 제거의 효율이 향상되고 유기물 및 산소의 요구량이 감소되고 세포 합성량도 감소하여 유지관리비가 감소된 질소 및 인 제거를 위한 폐수처리 장치 및 폐수처리방법을 제공할 수 있다.

【대표도】

도 5

【명세서】

【발명의 명칭】

질소 및 인을 제거하기 위한 폐수처리 장치 및 폐수처리방법{Wastewater treatment apparatus and method for removing nitrogen and phosphorus}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 종래기술에 해당하는 다이거 등의 미국특허 제 4,867,883호의 질소 및 인 제거를 위한 폐수처리방법의 흐름도이다.

도 2는 종래기술에 해당하는 스펙터 등의 미국특허 제4,056,465호의 질소 및 인 제거를 위한 폐수처리방법의 흐름도이다.

도 3은 종래기술에 해당하는 미국특허 3,964,998호의 질소 및 인 제거를 위한 폐수처리방법의 흐름도이다.

도 4는 종래의 질소 및 인제거를 위한 폐수처리방법으로서 한국특허공개 2001-087698의 폐수처리방법의 흐름도이다.

도 5는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 질소 및 인 제거를 위한 폐수처리 장치를 개략적으로 나타낸 것이다.

<도 5의 주요부분에 대한 부호의 설명>

#1 : 전무산소조(Pre-Anoxic)

#2 : 혐기조(Anaerobic)

#3 : dPAO조(Denitrifying Phosphorus Accumulating Organisms)

#4 : 무산소조(Anoxic)

#5 : 호기조(Oxic)

#5-1 : 용존산소 절감부위

#5-2 : 질산화 부위

#6 : 침전지(Clarifier)

$Q_0(Q_{-1}, -2, -3)$: 유입수

Q_{IR} (Internal Recycle): 내부 반송

Q_R (Return Sludge): 슬러지 반송

도 6은 본 발명의 특징인 호기조의 일 실시예에 따른 용존산소 절감 부위를 갖는 호기조를 개략적으로 나타낸 것이다.

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<19> 본 발명은 질소 및 인을 제거하기 위한 폐수처리장치 및 폐수처리방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 혐기조, 무산소조, 호기조 및 침전조를 포함하는 질소 및 인을 제거하기 위한 폐수처리장치에 있어서, 호기조의 일부에 배플을 설치하여 용존산소를 감소시킬 수 있는 용존산소 절감 부위를 형성시켜 용존산소 절감부위로부터 반송되는 내부 순환수 내에 함유된 용존산소 농도는 낮추고, 호기조의 용존산소 절감부위 이외의 부위로부터 다음 단계인 침전조로 유출되는 처리수의 용존산소 농도는 풍부하도록 하는 호기조를 포함하는 것을 특징으로 하는 질소 및 인을 제거하기 위한 폐수처리장치 및 폐수처리방법에 관한 것이다.

- <20> 하폐수 내의 질소성분은 유기질소와 무기질소 형태로 되어 있으며 이를 합하여 총질소(T-N)라 한다. 무기질소는 암모니아성 질소나 질산성 질소 형태로 구분되며, 유기질소와 암모니아성 질소를 합하여 TKN(Total Kjeldahl Nitrogen)이라 한다. 하수 중으로 유입되는 질소 형태는 대부분 TKN 형태로 존재하며 생물학적으로 제거되기 위해서는 질산성 질소(NO₃-N)로 전환되어야 한다. 유입되는 질소는 미생물 작용으로 질산성 질소 형태로 전환(질산화반응)된 후 질소 가스로 전환(탈질산화 반응)되어 대기 중으로 방출된다. 이때 탈질산화 반응에는 유기물이 필요하며, 용존산소가 없는 것을 전제로 한다.
- <21> 하폐수 내에 포함된 인을 제거하기 위해서는 혐기성 상태에서 미생물이 유기물을 이용하여 인을 방출한 후, 산소나 질산성 질소의 산소를 이용하여 과잉 인 섭취반응을 함으로써 미생물 세포내 인의 함량이 증가됨으로 인해 제거된다. 혐기성 반응조에서 미생물에 의한 인 방출을 위해서는 질산성 질소 농도가 낮아야 한다.
- <22> 상기에서 설명한 바와 같이 질소제거를 위한 질산화 반응에서는 용존산소가 충분히 존재해야 하며, 반대로 탈질산화 반응이나 인 방출 반응에서는 용존산소가 없어야 한다. 탈질산화 반응이나 인 제거에 관여하는 미생물은 에너지원으로 유기탄소원이 필요한 heterotrophic 미생물이다. 이론적으로는 1g의 질산성 질소를 제거하는 데 필요한 유기물은 2.86 gCOD가 이며, 1g의 P를 제거하는데 필요한 유기물은 40g COD 라고 한다.
- <23> 탈질산화 반응은 유기물이 있는 경우와 없는 경우로 크게 구분한다. 유기물이 없는 경우를 내생탈질반응(Endogenous Denitrification)이라고 하며, 탈질되는 속도가 늦기 때문에 긴 체류시간이 필요하다. 반면 유기물이 있는 경우에는 탈질되는 속도가 매우 빠르기 때문에 체류시간을 줄일 수 있으며 유기물의 종류에 따라서도 속도의 차이가 있다.

- <24> 인제거 미생물들은 혐기조와 호기조에서의 산소를 이용하여 미생물 대사과정을 수행하는(PAO) 경우와 질산성질소의 산소를 이용하여 미생물 대사과정을 수행하는(dPAO) 경우로 구분될 수 있다. 산소를 이용하면 호기조에서의 산소소요량 및 미생물 세포합성이 증가하게 되어 유지관리비가 증가하는 반면에 질산성질소의 산소를 이용하면 무산소 상태에서 인 섭취반응 및 탈질산화 반응이 동시에 일어나 질소와 인 제거효율을 높일 수 있고 세포합성량도 감소하여 유지관리비를 절감시킬 수 있는 장점이 있다.
- <25> 질소와 인 제거를 생물학적으로 수행하는 경우에는 탈질반응과 혐기상태에서의 인 방출을 위해서 유기물이 필요하게 된다. 이때 필요한 유기물을 처리하고자하는 대상원수로부터 이용하면 외부 탄소원으로부터 이용하여 제거하는 경우에 비해 약품비를 줄일 수 있다. 또한 원수내에 유기물질의 농도와 주입량에 의해 질소제거와 인 제거 효율이 달라진다.
- <26> 종래의 질소 및 인 제거를 위한 폐수처리방법은 유입수 내의 유기 탄소원을 이용하여 질소와 인을 제거하며 필요에 따라서는 약품을 사용하여 인을 제거하는 공정이다. 같은 생물학적 제거공정에서도 반응조의 상태를 유지하기 위하여 반송되는 슬러지의 위치에 따라 기술이 다르다. 그리고 기본적으로 인 제거 미생물은 탈질능력이 없다고 가정하였다.
- <27> 상기와 같은 종래의 질소 및 인제거를 위한 폐수처리공정에는 다이거 등의 미국특허 제 4,867,883호가 있으며 이 공정을 도 1에 도시하였다.
- <28> 1차 침전지를 거친 하폐수(10)는 무산소조(102) 끝단에서 반송되는 하폐수(12a)와 함께 혐기성 반응조(101)로 유입된다. 혐기성 반응조(101)에서는 유입수내에 존재하는 유

기물을 이용하여 미생물들이 인을 방출하는 반응이 일어나며, 용존산소가 없을 것을 조건으로 한다.

<29> 혐기성 반응조(101)에서 인 방출 반응을 거친 하폐수(11)는 반송슬러지(15a) 및 산소조(103)에서 반송된 하폐수(13a)와 함께 무산소조(102)로 유입된다. 무산소조(102)에서는 잔존 유기물을 이용하여 산소조(103)에서 반송된 하폐수(13a) 내에 존재하는 질산성 질소의 탈질 반응이 일어난다. 반응조 내에 용존산소가 없어야 한다.

<30> 무산소조(102)를 거친 하폐수(12)는 산소조(103)로 유입되어 질산화 반응 및 인의 과잉섭취 반응이 진행되면서 유기물도 제거된다.

<31> 산소조(103)를 거친 하폐수는 침전지(104)에서 고액분리되어 상등수는 처리수(14)로서 배출되고 침전 슬러지의 일부(15a)는 무산소조(102)로 반송되고, 나머지(15b)는 폐기된다.

<32> 상기와 같은 종래의 질소 및 인제거를 위한 또 하나의 폐수처리공정으로는 스펙터(Spector) 등의 미국특허 제4,056,465호가 있으며, 그 공정을 도 2에 도시하였다.

<33> 스펙터 등의 특허가 다이거 등의 특허와 다른 점은 침전지(204)에서 반송된 슬러지(23a)가 무산소조(202)가 아닌 혐기조(201)로 투입된다는 점과, 무산소조(202)를 거친 하폐수(22)의 일부를 혐기조(201)로 반송시키지 않는다는 점이다. 따라서, 혐기조(201)에서는 질산성 질소와 용존산소가 모두 존재하지 않는 상태에서 인 방출 반응이 진행된다.

<34> 상기 다이거 및 스펙터의 공정에서는, 처리하고자 하는 하폐수를 혐기성 반응조에 모두 유입시켜서 미생물에 의한 인 방출 반응 또는, 인 방출 반응 및 탈질 반응을 진행시킨 후, 다시 무산소조에서 탈질 반응을 진행시킨다. 따라서, 국내 하수와 같이 유기물 함

량이 낮은 경우에는 유입수에 함유된 한정된 양의 유기 탄소원이 혐기성 반응조에서 모두 소모되어 버리기 때문에 후속되는 무산소조에서는 탈질반응이 원활하게 진행되기 어려워 외부 탄소원을 공급해 주어야 하며, 질소 및 인 각각의 제거효율이 달라져 전체적인 체류시간이 길어질 수밖에 없다.

<35> 또한, 산소조의 끝 부분으로부터 무산소조로 반송되는 하폐수 내의 질산성 질소나 반송 슬러지 내의 질산성 질소량에 따라 무산소조에서의 탈질 효율이 달라질 수 있어 폐수 중의 질소 및 인을 안정적으로 제거할 수 없으며, 고농도의 질소와 인을 제거하는데 한계가 있다.

<36> 종래의 질소 및 인제거를 위한 또 다른 폐수처리공정으로는 미국특허 3,964,998인 Bardenpho 공정이 있으며 이 공정을 도 3에 도시하였다.

<37> 혐기조(301)로 1차 침전지 처리수(30)와 침전지에서 반송된 슬러지(35a)가 유입된다. 반응조에서는 유입수내 유기물을 이용하여 미생물들이 인을 방출 반응을 수행하며 반응조 내 질산성 질소와 용존산소는 없어야 한다.

<38> 무산소조 1(302)로 호기조 1(303)에서 반송된 하수(32a)가 유입되고 혐기성조를 거친 처리수(31)가 순차적으로 유입된다. 남아있는 유기물을 이용하여 탈질산화 반응이 일어난다. 반응조내 용존산소는 없어야 한다.

<39> 호기조 1(303)에는 무산소조 1(302) 처리수(32)가 유입되며 질산화 반응과 인 과잉 섭취 반응이 일어난다. 일부는 무산소조 1(302)로 내부 반송되고 일부는 무산소조 2(302a)로 유입된다.

- <40> 무산소조 2(302a)에는 호기조 1(303)을 거친 처리수(31a)가 유입되며 미생물의 내생 탈질로 질소가 제거된다.
- <41> 호기조 2(303a)에는 무산소조 2(302a)를 거친 처리수(32a)가 유입되며 탈기작용 및 침전지에서의 미생물 침전성을 증가시킨다.
- <42> 침전지(304)에서는 호기조 2(303a)를 거친 하폐수(33)가 유입되며 고액분리가 일어난다. 침전지에서 침전된 슬러지 일부는 혐기조(301)로 반송(35a)되며, 일부는 슬러지 폐기(35b)로 제거된다.
- <43> 상기 방법은 Spector 공정에 무산소조 2와 호기조 2를 더 추가하여 내생탈질반응에 의한 질소제거로 탈질반응의 효율성을 증가시키고 미생물의 침전성을 증가시키는 이점이 있다. 그러나 무산소조 2 및 호기조 2의 공정을 추가로 거침으로써 시간 및 비용이 더 소비되는 단점이 있다.
- <44> 종래의 질소 및 인 제거를 위한 또 다른 폐수처리공정으로는 한국특허공개 2001-087698의 폐수처리장치 및 방법이 있으며 도 4에 그 공정을 도시하였다.
- <45> 혐기조, 무산소조, 호기조 및 침전지로 구성되며, 침전조(404)에서 침전된 슬러지를 호기조(403)로 반송한다. 또한 호기조에서 무산소조로의 반송라인 상에 용존산소제거조(403a)를 설치한다. 폐수처리하기 위한 원수(40)는 혐기조(401)로 유입되며, 혐기조에서 처리된 처리수(41)는 무산소조(402)로 이송되며, 무산소조에서 처리된 처리수(42)는 호기조(403)로 이송되고 호기조에서 처리된 처리수(43)는 질소의 제거를 위해 일부는 무산소조로 반송되고 일부는 침전조로 이송되며 무산소조에서 탈질작용이 일어난다.

<46> 침전조(404)에서는 슬러지를 침전시키고 정화된 물을 외부로 배출(44)하며, 슬러지의 일부(45)는 다시 반송라인을 통해 호기조로 공급된다. 호기조에서 무산소조로 반송되는 반송수(43a)를 중간에 용존산소제거조(403a)를 거치도록 함으로써 반송수내의 용존산소를 제거하여 무산소조에서의 처리효율을 향상시킨다.

<47> 상기 방법은 호기조에서 무산소조로 반송되는 반송수를 중간에 용존산소제거조를 거치도록 함으로써 무산소조에서의 탈질효율을 증가시키는 잇점은 있으나 용존산소조를 추가로 거치게 함으로써 비용 및 시간의 측면에서 불리하다 할 것이다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<48> 따라서, 본 발명의 주된 목적은 호기조내 배플을 설치하여 하수 및 폐수 내에 존재하는 유기물을 효율적으로 이용하여 질소 및 인 제거의 효율이 향상되고 유기물 및 산소의 요구량이 감소되고 세포 함성량도 감소하여 유지관리비가 감소된 질소 및 인 제거를 위한 폐수처리 장치 및 폐수처리방법을 제공하는데 있다.

【발명의 구성 및 작용】

<49> 본 발명의 요약

<50> 본 발명은 질소 및 인 제거를 위한 폐수처리장치에 관한 것으로, 호기조의 일부에 배플을 설치하여 용존산소를 감소시킬 수 있는 용존산소 절감 부위를 형성시켜 용존산소 절감 부위로부터의 내부 순환수 내에 함유된 용존산소 농도는 낮추고, 용존산소 절감 부위 이외의 부위로부터 다음 단계로 유출되는 처리수의 용존산소 농도는 풍부하도록 하는 호기조를 포함하는 질소 및 인을 제거하기 위한 폐수처리장치 및 폐수처리방법에 핵심이 있다.

- <51> 본 발명의 폐수처리장치는 바람직하게는 전무산소조, 혐기조, dPAO조, 무산소조, 및 호기조를 포함한다. 세부적인 장치 구성은 바람직하게는 전체적으로는 한 반응조이며 복수의 칸막이에 의해 5개의 단으로 구성되어진다.
- <52> 원수를 3개의 라인 즉, 전무산소조, 혐기조, 무산소조로 분배시킴으로 인해 무산소조 단계에서는 원수의 유기물이 거의 제거되므로 호기조에서는 순수 질산화 반응만 일어나도록 되어 있어 질산화율을 높인 것이 특징이다.
- <53> 상기 원수의 유입수 라인은 바람직하게는 스텝 피드 시스템(Step feed system)으로 되어 있다. 반응은 침전지에서 혐기조(Anaerobic)로 슬러지가 반응되며 호기조에서 dPAO조로 내부 반응된다.
- <54> 스텝 피드 시스템(Step feed system)은 원수와 처리수의 특성에 따라 분배율이 결정되며, 모든 하수처리장에 일률적으로 적용되는 것이 아니라 특성에 따라 분배율이 달라지게 된다. 질소와 인 제거에 필요한 유기물을 정량적 및 정성적으로 계산하여 대상 처리시설에 최적의 조건으로 주입할 수 있도록 구성되어져 있는 시스템이다. 또한 스텝 피드 시스템을 이용하면 각각의 반응조에 미생물량이 일반 질소 인 제거공정에 비해 40~50% 많아 충격부하에 강하고 체류시간 절감이 가능하고 안전율이 고려된 장치이다.
- <55> 또한 본 발명은 dPAO조를 사용함으로써 dPAO 미생물이 우점종으로 성장하여 동시에 탈질반응 및 인 섭취반응을 통해 전 처리공정에 대한 산소 소요량과 슬러지 발생량 및 탈질에 필요한 유기물을 줄일 수 있도록 하였다.

<56> 인 제거에 있어서는 혐기조에서 질산성 질소의 방해 작용을 줄이기 위해 혐기조 전단에 전무산소조를 구성하여 혐기조로 유입되는 하수를 완전 혐기성조건으로 유지가 가능하도록 하였다.

<57> 각각의 반응조에 대한 목적 및 기능을 표로 요약하면 다음과 같다.

단계		목적	기능
전무산소조		반송 슬러지 내에 질산성 질소를 유입원수의 유기물을 이용하여 탈인	혐기조로 유입되기 전에 완전 혐기성 상태로 유지
혐기조		탈질탈인 반응	유입수내 유기물을 PHB/PHV로 저장하면서 혐기조에서 인 방출
dPAO조		탈질산화 반응	혐기조에서 인 방출된 PHB/PHV를 유기물(전자 공여체)로, 호기조로부터 반송되는 질산성 질소를 전자 수용체로 사용하여 질산성 질소를 환원
무산소조		탈질산화 반응	유입 유기물을 탄소원(전자 공여체)으로, dPAO조를 거친 처리수내 질산성 질소를 전자
호기조		질산화 반응, 잔존 유기물산화 및 인 과잉	산소를 전자 수용체로 사용하여 질산화, 유기물산화 및 인 과잉 섭취 반응
	질산화 부위		질산화반응 및 잔존 유기물 산화 및 인 과잉 섭취 및 침전지로 유입되는 처리수에 산소농도가 풍부하도록 하여 침전지에서 인 방출 억제
	용존산소 절감 부위		dPAO조로 내부순환되는 하수에 포함된 용존산소를 줄이기 위해 간이적인 배플을 설치하여 용존산소 농도를 감소시켜 dPAO조로 내부순환되는 하수에 포함된 용존산소 농도를 낮추고, 호기조의 용존산소 절감부위 이외의 부위로부터 다음 단계인 침전조로 유출되는 처리수의 용존산소 농도는 풍부하도록 하는 호기조를 포함하는 것을 특징으로 하는 질소 및 인을 제거하기 위한 폐수처리장치를 제공한다.
침전지		고액분리	하폐수를 고액분리하여 슬러지를 전무산소조로 반송, 상정수를 배출, 폐슬러지는 일부

<59> 이하에서는 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 의한 질소 및 인 제거를 위한 폐수처리방법을 보다 상세히 설명하고자 한다.

<60> 본 발명의 상세한 설명

<61> 본 발명의 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 혐기조, 무산소조, 호기조 및 침전조를 포함하는 질소 및 인을 제거하기 위한 폐수처리장치에 있어서, 호기조의 일부에 배플을 설치하여 용존산소를 감소시킬 수 있는 용존산소 절감 부위를 형성시켜 용존산소 절감 부위로부터 반송되는 내부 순환수 내에 함유된 용존산소 농도는 낮추고, 호기조의 용존산소 절감부위 이외의 부위로부터 다음 단계인 침전조로 유출되는 처리수의 용존산소 농도는 풍부하도록 하는 호기조를 포함하는 것을 특징으로 하는 질소 및 인을 제거하기 위한 폐수처리장치를 제공한다.

- <62> 본 발명의 질소 및 인을 제거하기 위한 폐수처리장치는,
- <63> 침전지에서 반송된 슬러지 및 원수의 일부가 유입되는 전무산소조;
- <64> 상기 전무산소조를 거친 처리수 및 원수의 일부가 유입되며, 혐기성 상태에서 미생물에 의한 인방출 반응이 진행되는 혐기조;
- <65> 상기 혐기조를 거친 처리수 및 호기조의 용존산소 절감 부위를 거친 처리수가 유입되며, 무산소 상태에서 dPAO(Denitrifying Phosphorus accumulating Organisms)에 의한 탈질반응 및 탈인반응이 동시에 진행되는 dPAO조;
- <66> 상기 dPAO조를 거친 처리수 및 원수의 일부가 유입되며, 무산소 상태에서 질산성 질소의 탈질반응이 진행되는 무산소조; 및
- <67> 상기 무산소조를 거친 처리수가 유입되며, 산소가 공급되는 상태에서 질산화 반응 및 인과잉섭취반응이 진행되는 상기 호기조를 포함하는 것이 바람직하다.
- <68> 상기 폐수처리장치는 호기조를 거친 처리수 중 고형 성분을 침전시키는 침전조를 더 포함하는 것이 바람직하다.
- <69> 또한, 원수는 전무산소조, 혐기조 및 무산소조에 유입되는 것을 특징으로 하며, 상기한 본 발명에 의한 질소 및 인 제거를 위한 폐수 처리 장치에서, 각각의 반응조 크기는 유입수 및 처리수 수질에 따라 조절 가능하다. 상기 원수의 유입수 라인은 바람직하게는 스텝 피드 시스템(Step feed system)으로 되어 있다. 반송은 침전지에서 혐기조(Anaerobic)로 슬러지가 반송되며 호기조에서 dPAO조로 내부 반송된다.
- <70> 스텝 피드 시스템(Step feed system)은 원수와 처리수의 특성에 따라 분배율이 결정되며, 모든 하수처리장에 일률적으로 적용되는 것이 아니라 특성에 따라 분배율이 달라지

게 된다. 질소와 인 제거에 필요한 유기물을 정량적 및 정성적으로 계산하여 대상 처리시설에 최적의 조건으로 주입할 수 있도록 구성되어 있는 시스템이다. 또한 스텝 피드 시스템을 이용하면 각각의 반응조에 미생물량이 일반 질소 인 제거공정에 비해 40~50% 많아 충격부하에 강하고 체류시간 절감이 가능하고 안전율이 고려된 장치이다.

- <71> 상기 전무산소조, 혐기조, dPAO조, 무산소조 및 호기조가 복수개의 칸막이에 의해 나누어진 하나의 반응조에 포함되어 있는 것이 바람직하다.
- <72> 본 발명의 또 다른 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 상기 장치를 이용한 폐수처리방법을 제고하는데, 상기 방법은
- <73> 원수를 전무산소조, 혐기조 및 무산소조에 분배하여 공급하는 단계;
- <74> 상기 전탈질조에 유입된 원수에 함유된 유기물을 이용하여 질산성 질소를 탈질시키는 단계;
- <75> 상기 전탈질조를 거쳐 혐기조에 유입된 처리수와 상기 혐기조에 공급된 원수로부터 미생물에 의한 인방출 반응을 진행시키는 단계;
- <76> 상기 혐기조를 거친 처리수를 탈질탈인조에 유입시켜 dPAO에 의한 탈질 반응 및 탈인 반응을 동시에 진행시키는 단계;
- <77> 상기 탈질탈인조를 거쳐 무산소조에 유입된 처리수와 상기 무산소조에 공급된 원수로부터 질산성 질소의 탈질반응을 진행시키는 단계;
- <78> 상기 무산소조를 거친 처리수를 호기조에 유입시켜 암모니아성 질소의 질산화 반응 및 인 과잉섭취반응을 동시에 진행시키는 단계; 및

- <79> 상기 호기조에 설치된 배플 내의 용존산소 절감 부위에서 처리수의 용존산소 농도를 낮춘 후 dPAO조로 순환시키고, 호기조 다음 단계로 유출되는 처리수의 용존산소 농도는 풍부하도록 하여 침전지로 유출시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- <80> 본 발명에 의한 질소 및 인 제거를 위한 폐수처리장치를 바람직한 실시예를 들어 첨부된 도면을 참조하면서 보다 상세히 설명하고자 한다.
- <81> 도 5에 도시된 바와 같이, 본 발명의 바람직한 일 실시예로서 질소 및 인 제거를 위한 하폐수 처리장치는 전무산소조(#1), 혐기조(#2), dPAO조(#3), 무산소조(#4), 호기조(#5) 및 침전지(#6)로 구성되어 있다. 각 반응조의 목적 및 기능에 대한 상세한 설명은 다음과 같다.
- <82> (1) 전무산소조(#1)
- <83> 탈질조로 유입되는 하폐수는 침전지에서 반송되는 슬러지와(Sludge Return, Q_R) 원수가($Q-1$) 유입된다. 즉, 반송슬러지 내에 포함된 질산성 질소를 원수를 일부 주입시켜 원수내 포함된 유기물을 이용하여 탈질산화반응을 일으키며 2차 인 방출 반응이 일어나지 않도록 하는데 목적이 있다. 원수를 주입시키면 탈질속도가 증가하여 HRT(Hydraulic Retention Time)를 줄일 수 있다. 통상 여름철에는 온도가 높기 때문에 원수 유입이 없어도 탈질속도가 빠르나 겨울철에는 온도 저하로 내생탈질반응만으로는 HRT가 증가되어 2차 인 방출이 일어날 수 있어 원수를 주입시키는 것이 유리하다.
- <84> 전무산소조에서는 원수가 유입되어 2차 인 방출 반응이 일어나지 않아야 하며, 혐기조로 유입되는 질산성 질소를 제거하여 혐기조에서 인 방출 기작에 방해 작용이 없도록 하는 것이다. 슬러지 혼합이 있어야 하며 산소공급이 있어서는 안된다.

<85> (2) 혐기조(#2)

<86> 혐기성 반응조로 유입되는 하폐수는 원수(Q_2) 및 전무산소조(#1)를 거친 하폐수 이다. 혐기성 반응조에서는 용존산소가 없어야 인 방출 반응이 일어난다. 인 방출 현상은 미생물 세포 내에 포함되어 있는 ATP가 ADP로 되면서 발생하는 에너지를 이용하여 원수 유기물을 세포 내 PHB/PHV 형태로 저장한다. 유입수 내에 질산성 질소가 있으면 전자 수용체로 질산성 질소를 이용하기 때문에 인 방출 반응이 일어나기 어렵다. 인 방출 반응이 일어나지 않으면 과잉 인 섭취 반응이 일어나지 않아 생물학적 인 제거가 되지 않는다. 슬러지 혼합이 있어야 하며 산소공급이 있어서는 안된다.

<87> (3) dPAO조(#3)

<88> 혐기조(#2)를 거친 처리수와 호기조(#5) 끝단에서 내부 반송된 하폐수(Q_{IR})가 유입된다. dPAO 미생물을 이용하여 혐기조에서 PHB/PHV 형태로 저장된 유기물을 내부반송된 하수내 질산성질소의 산소를 이용하여 탈질반응이 일어나며 이때 인도 세포내로 과잉 섭취반응으로 제거된다. 그러므로 동시에 탈질 및 인 섭취반응이 일어나며 탈질 반응에 필요한 유기물을 절약할 수 있다. 일반적인 질소 인 제거공정에서는 혐기조 인 방출 반응에서 세포내에 저장되는 PHB/PHV는 후단 호기조에서 인 과잉 섭취 반응에 산소를 전자 수용체로 사용하여 산화되는 것으로 호기조 산소소요량의 원인이 되나, dPAO조에서는 미생물 대사과정으로 일부 PHB/PHV가 산화되므로 호기조에서 필요한 산소를 저감시킬 수 있는 것이다. 또한 dPAO조에서 질산성 질소를 전자 수용체로 하여 PHB/PHV를 산화시키면 산소를 전자 수용체로 이용하는 것보다 세포 합성량이 줄어들므로 슬러지 발생량을 줄일 수 있다. 또한 탈질에 필요한 유기물은 혐기조에서 인방출 때 세포내에 저장된 PHB/PHV를 사용하여 줄일 수 있어 경제적이다.

- <89> dPAO조에서는 탈질반응과 탈인 반응이 동시에 일어나며 용존산소가 있어서는 안 된다. 슬러지 교반을 위해 혼합이 필요하며 산소공급은 없어야 한다.
- <90> (4) 무산소조(#4)
- <91> dPAO조를(#3) 거친 처리수와 원수 일부가(Q_3) 유입된다. 원수내에 포함된 유기물을 이용하여 dPAO조를 거친 처리수 내에 존재하는 질산성 질소의 탈질산화 반응이 일어난다. 유입 유기물이 다 제거되고도 질산성 질소가 남아있으면 내생 탈질반응으로도 질소를 제거할 수 있다. 결국 질산성 질소 농도와 유기물량에 따라 HRT가 정해진다.
- <92> 슬러지의 혼합을 위해 혼합을 해주어야 하며 산소공급이 있어서는 안된다.
- <93> (5) 호기조(#5)
- <94> 침전지로 유입되는 하수 내의 용존산소를 유지시켜 무산소 상태 및 혐기성조건에서 인 용출을 방지하고, 질산화 부위에서 dPAO조로 내부순환 시키는 지점에서의 용존산소 농도를 감소시켜 무산소조에서의 탈질 효율을 높이기 위해 호기조의 일부에 배플을 설치하여 질산화 부위와 용존산소 절감 부위를 나누었다. 배플은 호기조 중 어느 두 면에 부착되어 호기조의 상부를 두 부분으로 나누고 호기조의 하부는 뚫려 있도록 하였다. 질산화 부위에는 포기시설을 설치하고, 용존산소 절감 부위에는 포기시설을 설치하지 않도록 하였다. 포기상태인 질산화 부위에서 처리수를 침전지로 유입되게 하고, 배플 내부의 용존산소 절감 부위에서 처리수를 내부 반송시킨다. 배플 밑에서는 포기시설이 없으며, 완전 별도의 조가 아닌 간이적으로 설치하여 설치비용을 최소화 하여 최대의 효과를 얻을 수 있다.
- <95> 본 발명의 바람직한 호기조를 도 6에 개략적으로 도시하였다.

<96> #5-1(질산화 부위)

<97> 무산소조(#4) 처리수가 순차적으로 유입된다. 유입되는 하수에는 암모니아성 질소가 많이 포함되어 있으며 호기조에서 질산성 질소로 전환된다. 혐기조에서 인 방출된 것이 dPAO조에서 일부 제거되고 미 제거된 것은 호기조에서 산소를 최종 전자 수용체로 하여 과잉 섭취되어 인이 제거된다. 호기조에서는 유기물이 거의 없는 상태로 유입되므로 질산화율이 다른 질소인 제거 공정에 비해 높아 HRT를 줄일 수 있다. 질산화와 인 과잉 섭취를 위해 산소를 공급해 주어야 한다.

<98> #5-2(용존산소 절감 부위)

<99> 호기조에서 1 내지 3분 정도의 체류시간을 갖는 간이 배플을 설치(상부는 질산화 부위와 격리되나 하부 50%는 질산화 부위와 연결되어있으며, 배플 밑부분에는 공기 라인이 없어 공기가 공급되지 않음)하여 미생물에 의해 용존산소 농도를 감소시킴으로써 dPAO조로 순환되는 순환수에 용존산소 농도를 감소시켜 탈질효율을 높인다.

<100> (6) 침전조(#6)

<101> 호기조를(#5) 거친 처리수는 고액분리와 침전된 슬러지를 전무산소조(#1)로 반송하기 위해 침전지로 유입된다.

<102> 이하, 실시예를 통하여 본 발명을 더욱 상세히 설명하기로 한다. 이들 실시예는 단지 본 발명을 예시하기 위한 것이므로, 본 발명의 범위가 이들 실시예에 의해 제한되는 것으로 해석되지는 않는다.

<103> 실시예

- <104> 이하에서 설명되는 본 발명의 실시 예들은 도 5에 나타난 바와 같이 구성된 반응조의 일 처리용량 40L/d 및 50m³/d 용량의 파일럿 장치를 하수종말처리장에 설치하여 1997.11부터 2001.11.29 까지 운전한 결과이다. 상기 파일럿 장치는 복수개의 칸막이에 의해 5개의 단으로 나뉘어져 있으며 반응조의 용량은 각각 1m³, 2.1m³, 1m³, 4.2m³, 7.3 m³로 하였다.
- <105> 하기의 실시예 1 내지 5의 경우는 호기조에 배플을 설치하여 폐수처리를 수행한 것이고 비교예 1 내지 5의 경우는 호기조에 배플을 설치하지 않고 폐수처리를 수행한 것이다.
- <106> <실시예 1>
- <107> 유입수를 혐기조와(#2) 무산소조(#4)에 각각 50% 씩 유입시켰다. 슬러지는 침전지에서 전무산소조(#1)로 반송시켰다.
- <108> <실시예 2>
- <109> 유입수를 전무산소조(#1), 혐기조(#2)와 및 무산소조(#4)에 각각 10%, 50%, 40% 유입시켰다. 슬러지는 침전지에서 전무산소조(#1)로 반송시켰다.
- <110> <실시예 3>
- <111> 유입수를 전무산소조(#1), 혐기조(#2)와 및 무산소조(#4)에 각각 10%, 60%, 30%로 유입시켰다. 슬러지는 침전지에서 전무산소조(#1)로 반송시켰다.
- <112> <실시예 4>
- <113> 실시예 1, 실시예 2 및 실시예 3에 대해 호기조(#5)에서 dPAO조(#3)로 내부 반송(Q_{IR})을 100, 150, 200 및 300% 씩으로 하여 각각 운전하였다.

<114> <실시예 5>

<115> 실시예 1, 실시예 2, 실시예 3, 및 실시예 4에 대해 전무산소조(#1), 혐기조(#2) 및 dPAO조(#3)의 HRT를 30, 60분씩으로 하여 각각 운전하였다.

<116> 비교예 1 내지 5

<117> 상기 비교예 1 내지 5 각각의 경우에 있어서 호기조에 배플을 설치하지 않고 운전하였다.

【발명의 효과】

<118> 실험예

<119> 상기 실시예 1 내지 5 및 비교예 1 내지 5의 경우와 A²O Process를 이용한 경우에 있어서 원수 및 처리수의 BOD, SS, 질소 및 인의 함량을 측정하였다.

<120> 총질소량(T-N)은 TKN과 NO_x를 합한 값으로서 네슬러(Nessler) 시약을 사용하여 측정하였고, 정인산염(ortho-P)은 고성능 액체크로마토그래피(HPLC)를 사용하여 측정하였다.

<121> BOD(생물학적 산소 요구량, Biological Oxygen Demand)는 Winkler Method Azide Modification(Standard Method, 5210)으로 BOD 배양기(incubator)를 사용하여 용존산소 농도를 이용하여 측정하였다.

<122> SS(부유물질)은 Gravimetric 방법(중량분석법)(Standard Methods, 2540)을 이용하여 건조 오븐(103~105℃)과 Muffle Furnace(간접 가열실)(550℃)를 이용하여 측정하였다.

<123> 실험결과를 표 2에 나타내었다.

<124> [표 2]

<125> 본 발명의 생물학적 질소·인 제거 공정과 A²/O 공정 비교실험 결과

<126>	구 분	유 입 수	본 발명 장치		A ² /O 공정
			비교예 1~5	실시예 1~5	
	BOD	140~210	5~15	3~6	6~13
	SS	130~250	6~18	3~8	7~13
	질소	25~59	7~13	3~8	8~18
	인	4.2~10	0.5~1.2	0.1~0.5	1.2~3.0
	반응조 체류시간		7.5	7.5	9 ~ 11hr

<127> * ()은 평균값임

<128> 본 발명은 반응조의 체류시간을 줄여서 건설 투자비를 줄일 수 있을 뿐만 아니라 수질 면에서도 비교 공정에 비해 좋았으며, 수질도 안정적으로 처리되었다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

협기조, 무산소조, 호기조 및 침전조를 포함하는 질소 및 인을 제거하기 위한 폐수 처리장치에 있어서,

호기조의 일부에 배플을 설치하여 용존산소를 감소시킬 수 있는 용존산소 절감 부위를 형성시켜 용존산소 절감부위로부터 반송되는 내부 순환수 내에 함유된 용존산소 농도는 낮추고, 호기조의 용존산소 절감부위 이외의 부위로부터 다음 단계인 침전조로 유출되는 처리수의 용존산소 농도는 풍부하도록 하는 호기조를 포함하는 것을 특징으로 하는 질소 및 인을 제거하기 위한 폐수처리장치.

【청구항 2】

제 1 항에 있어서, 상기 폐수처리장치는

침전지에서 반송된 슬러지 및 원수의 일부가 유입되는 전무산소조;

상기 전무산소조를 거친 처리수 및 원수의 일부가 유입되며, 혐기성 상태에서 미생물에 의한 인방출 반응이 진행되는 혐기조;

상기 혐기조를 거친 처리수 및 호기조의 용존산소 절감 부위를 거친 처리수가 유입되며, 무산소 상태에서 dPAO에 의한 탈질반응 및 탈인반응이 동시에 진행되는 dPAO조;

상기 dPAO조를 거친 처리수 및 원수의 일부가 유입되며, 무산소 상태에서 질산성 질소의 탈질반응이 진행되는 무산소조; 및

상기 무산소조를 거친 처리수가 유입되며, 산소가 공급되는 상태에서 질산화 반응 및 인과잉섭취반응이 진행되는 상기 호기조를 포함하는 것을 특징으로 하는 질소 및 인을 제거하기 위한 폐수처리장치.

【청구항 3】

제 2 항에 있어서, 상기 호기조를 거친 처리수 중 고형 성분을 침전시키는 침전조를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 질소 및 인을 제거하기 위한 폐수처리 장치.

【청구항 4】

제 2항에 있어서, 상기 전무산소조, 혐기조, dPAO조, 무산소조 및 산소조가 복수개의 칸막이에 의해 나누어진 하나의 반응조에 포함되어 있는 것을 특징으로 하는 질소 및 인을 제거하기 위한 폐수처리장치.

【청구항 5】

제 2항에 있어서, 상기 원수를 유입하는 유입수 라인은 스텝 피드 시스템인 것을 특징으로 하는 폐수처리장치.

【청구항 6】

제 1항 내지 5항 중 어느 한 항의 장치를 이용한 폐수처리 방법에 있어서,

원수를 전무산소조, 혐기조 및 무산소조에 분배하여 공급하는 단계;

상기 전탈질조에 유입된 원수에 함유된 유기물을 이용하여 질산성 질소를 탈질시키는 단계;

상기 전탈질조를 거쳐 혐기조에 유입된 처리수와 상기 혐기조에 공급된 원수로부터 미생물에 의한 인방출 반응을 진행시키는 단계;

상기 혐기조를 거친 처리수를 탈질탈인조에 유입시켜 dPAO에 의한 탈질 반응 및 탈인 반응을 동시에 진행시키는 단계;

상기 탈질탈인조를 거쳐 무산소조에 유입된 처리수와 상기 무산소조에 공급된 원수로부터 질산성 질소의 탈질반응을 진행시키는 단계;

상기 무산소조를 거친 처리수를 산소조에 유입시켜 암모니아성 질소의 질산화 반응 및 인 과잉섭취반응을 동시에 진행시키는 단계; 및

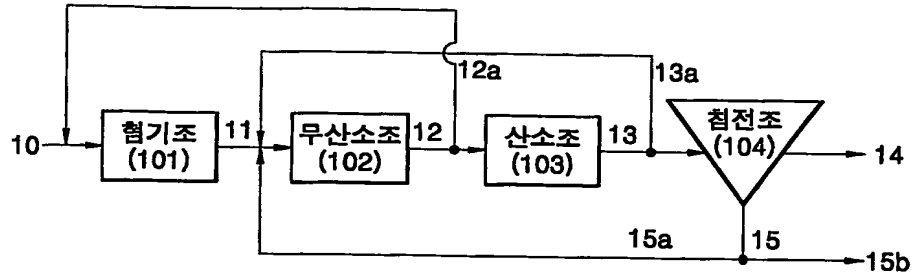
상기 호기조에 설치된 배플 내의 용존산소 절감 부위에서 처리수의 용존산소 농도를 낮춘 후 dPAO조로 순환시키고, 호기조 다음 단계로 유출되는 처리수의 용존산소 농도는 풍부하도록 하여 침전지로 유출시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

【청구항 7】

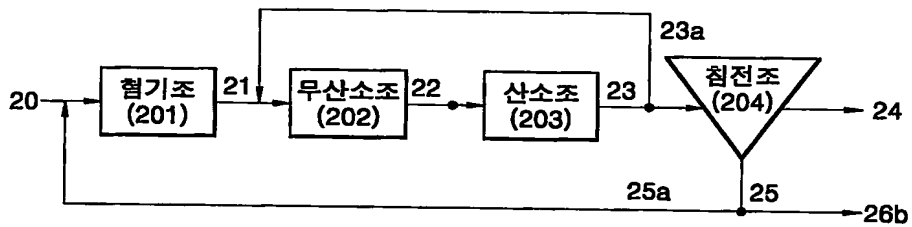
제 7항에 있어서, 상기 호기조를 거친 처리수를 침전조에 유입시켜, 고형성분을 침전시킨 다음 침전된 슬러지의 일부를 상기 전탈질조로 반송시키는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

【도면】

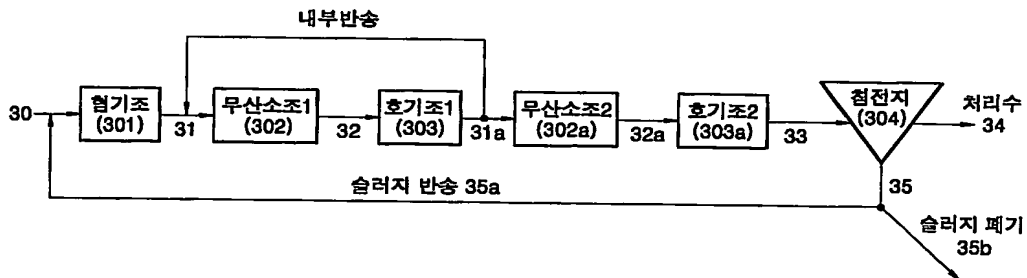
【도 1】



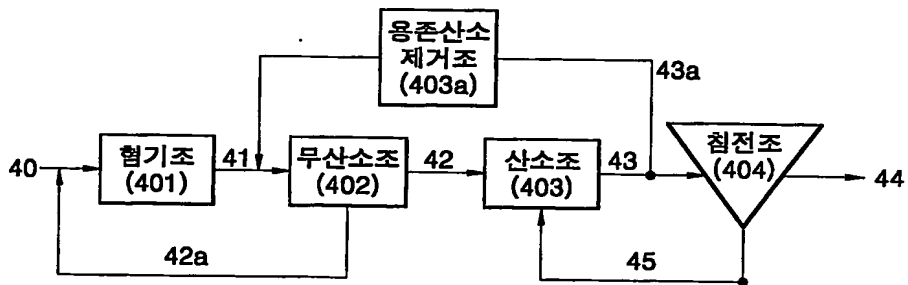
【도 2】



【도 3】



【도 4】



```

graph TD
    RawWater[원수] -- "Q-1%" --> Anaerobic1[전무산소 #1]
    Anaerobic1 --> Anaerobic2[혐기조 #2]
    Anaerobic2 -- "Q-2%" --> dPAO[dPAO조 #3]
    dPAO --> Anaerobic4[무산소조 #4]
    Anaerobic4 -- "Q-3%" --> Nitrification[질산화부위 #5-1]
    Nitrification --> Sedimentation[침전지]
    Sedimentation -- "슬러지 폐기" --> Disposal[슬러지 폐기]
    Sedimentation -- "처리수" --> TreatedWater[처리수]
    Sedimentation -- "슬러지 반송 Qr" --> Anaerobic1
    Sedimentation -- "내부 반송 Qir" --> Anaerobic4
    Sedimentation -- "공존 산소 절감부위 #5-2" --> dPAO
  
```

The diagram illustrates the test apparatus for measuring the oxygen reduction reaction rate. It consists of a rectangular main chamber divided into two sections. The left section is labeled "#5-1 질산화 부위" (Nitrogen Oxidation Region). The right section is labeled "#5-2 용존산소 절감부위" (Dissolved Oxygen Reduction Region). A "dPAO조" (dPAO Control) unit is connected to the right section via a line. A "침전지" (Settling Tank) is connected to the bottom of the right section. Air ("공기") is supplied to the bottom of the left section through seven vertical tubes.

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.